



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 65 010 A 1**

⑥ Int. Cl. 7:  
**B 62 D 37/00**

⑰ Aktenzeichen: 100 65 010.4  
⑱ Anmeldetag: 23. 12. 2000  
⑲ Offenlegungstag: 4. 7. 2002

DE 100 65 010 A 1

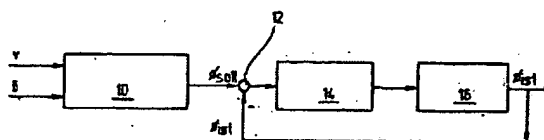
⑪ Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑰ Erfinder:  
Faye, Ian, 70192 Stuttgart, DE; Leimbach,  
Klaus-Dieter, Dr., 73569 Eschach, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Verfahren und Vorrichtung zum Stabilisieren eines Fahrzeugs

⑤ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Stabilisieren eines Fahrzeugs mit den Schritten: Erfassen charakteristischer Istgrößen, die den Fahrzustand eines Fahrzeugs beschreiben, Bestimmen von Sollgrößen, welche zumindest teilweise den Istgrößen zugeordnet sind, Vergleichen von Istgrößen und Sollgrößen und Beeinflussen von Istgrößen auf der Grundlage von Vergleichsergebnissen, wobei eine der erfassten Istgrößen charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist und eine der Sollgrößen der erfassten Istgröße zugeordnet ist, welche charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Stabilisieren eines Fahrzeugs.



DE 100 65 010 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Stabilisieren eines Fahrzeugs mit den Schritten: Erfassen charakteristischer Istgrößen, die den Fahrzustand eines Fahrzeugs beschreiben, Bestimmen von Sollgrößen, welche zumindest teilweise den Istgrößen zugeordnet sind, Vergleichen von Istgrößen und Sollgrößen und Beeinflussen von Istgrößen auf der Grundlage von Vergleichsergebnissen. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum Stabilisieren eines Fahrzeugs mit Mitteln zum Erfassen charakteristischer Istgrößen, die den Fahrzustand eines Fahrzeugs beschreiben, Mitteln zum Bestimmen von Sollgrößen, welche zumindest teilweise den Istgrößen zugeordnet sind, Mitteln zum Vergleichen von Istgrößen und Sollgrößen und Mitteln zum Beeinflussen von Istgrößen auf der Grundlage von Vergleichsergebnissen.

## Stand der Technik

[0002] Gattungsgemäße Verfahren und gattungsgemäße Vorrichtungen kommen in Systemen zum Einsatz, mit welchen die Fahrsicherheit auf der Grundlage der Fahrdynamik erhöht werden soll. Beispielsweise gibt das System FDR (Fahrdynamikregelung) dem Fahrer eines Fahrzeugs sowohl verbesserte Grundfunktionen im Hinblick auf das Antiblockiersystem (ABS) und die Antriebsregelung (ASR), wobei diese Systeme hauptsächlich bei längsdynamisch kritischen Situationen wirken. Beispiele hierfür sind Vollbremsungen und starke Beschleunigungen. Die Fahrdynamikregelung FDR unterstützt den Fahrer auch bei querdynamisch kritischen Situationen. Das System verbessert die Fahrstabilität in allen Betriebszuständen, das heißt bei Vollbremsungen, Teilbremsungen, Freirollen, Antrieb, Schub und Lastwechsel, sobald der fahrdynamische Grenzbereich erreicht wird. Selbst bei extremen Lenkmanövern reduziert die Fahrdynamikregelung FDR drastisch die Schleudergefahr und ermöglicht auch in kritischen Verkehrssituationen weitgehend die sichere Beherrschung des Automobils.

[0003] Zur Regelung der Fahrdynamik ist es bekannt, den Schwimmwinkel des Fahrzeugs und die Gierrate des Fahrzeugs als Regelgrößen zu verwenden. Die Berücksichtigung dieser Regelgrößen ermöglicht eine weitgehende Ausschaltung der Schleudergefahr.

[0004] Allerdings besteht neben der Schleudergefahr auch die Gefahr, dass ein Fahrzeug aufgrund extremer Fahrmanöver umkippt. Dies gilt umso mehr, da auch im Bereich der Personenkraftwagen immer häufiger Fahrzeuge angeboten werden, die einen vergleichsweise kurzen Radstand und einen hochliegenden Schwerpunkt aufweisen. Im Bereich der Nutzkraftwagen besteht das Problem einer Umkippefahr ohnehin.

## Vorteile der Erfindung

[0005] Die Erfindung baut auf dem gattungsgemäßen Verfahren dadurch auf, dass eine der erfassten Istgrößen charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist und dass eine der Sollgrößen der erfassten Istgröße zugeordnet ist, welche charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist. Auf diese Weise wird im Rahmen einer bekannten Fahrdynamikregelung zusätzlich der Wankzustand des Fahrzeugs berücksichtigt, so dass ein Umkippen eines Fahrzeugs auch bei hohem Schwerpunkt und kurzem Radstand und extremen Fahrmanövern verhindert werden kann.

[0006] Vorzugsweise ist eine der erfassten Istgrößen die Gierrate, und eine der Sollgrößen ist der Schwimmwinkel. Es ist also möglich, die erfindungsgemäße Regelung des Wankzustands mit der bereits im Rahmen der Fahrdynamikregelung FDR bekannten Regelung der Gierrate in vorteilhafter Weise zu kombinieren.

[0007] Ebenso ist es vorteilhaft, wenn eine der erfassten Istgrößen der Schwimmwinkel ist und wenn eine der Sollgrößen dem Schwimmwinkel zugeordnet ist. Somit lässt sich die erfindungsgemäße Regelung des Wankzustands mit der Regelung des Schwimmwinkels kombinieren, wobei Letztere aus der Fahrdynamikregelung FDR bekannt ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn Gierratenregelung, Schwimmwinkelregelung und die Regelung des Wankzustands in einem System integriert sind.

[0008] Es ist vorteilhaft, daß die für den Wankzustand des Fahrzeugs charakteristische Istgröße der Wankwinkel ist. Es ist also möglich, den Wankwinkel direkt zu messen und auf diese Weise den Wankzustand des Fahrzeugs zu erfassen. [0009] Es kann aber auch nützlich sein, wenn die für den Wankzustand des Fahrzeugs charakteristische Größe eine Druckänderung in einer Luftfeder des Fahrzeugs ist. Besonders Nutzkraftfahrzeuge sind häufig mit Luftfedern ausgestattet, so dass die Druckänderung in vorteilhafter Weise für die Erfassung des Wankzustandes herangezogen werden kann.

[0010] Bevorzugt werden Sollgrößen aus den Eingangsgrößen Fahrzeuggeschwindigkeit und Lenkwinkel bestimmt. Die Eingangsgrößen Fahrzeuggeschwindigkeit und Lenkwinkel werden auch bereits bei der bekannten Fahrdynamikregelung FDR verwendet, so dass es im Rahmen der Erfindung besonders vorteilhaft ist, auch zur Ermittlung der Sollgröße, welche charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist, diese Größen als Eingangsgrößen zu verwenden.

[0011] Vorzugsweise werden Istgrößen durch Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe beeinflusst. Auch dies ist bei der Fahrdynamikregelung FDR beispielsweise für die Gierrate bereits bekannt. Die Beeinflussung der Istgröße, welche charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist, kann ebenfalls in vorteilhafter Weise durch Bremseneingriffe und/oder Motoreingriffe beeinflusst werden.

[0012] Vorzugsweise wird der Wankwinkel durch einen Aktuator beeinflusst. Diese Beeinflussung kann zusätzlich oder alternativ zu dem Beeinflussen des Bremssystems und/oder des Motors erfolgen, so dass man im Hinblick auf eine Umkipppverhinderung zahlreiche Maßnahmen an der Hand hat, die auf der vorliegenden Erfindung beruhen.

[0013] Es ist nützlich, dass das erfindungsgemäße Verfahren bei einem Fahrzeuggespann für die Wankregelung von Zugfahrzeug und Anhänger beziehungsweise Auflieger durchgeführt wird. Somit kann beispielsweise unabhängig für die einzelnen Teile eines Fahrzeuggespanns ein Umkippen verhindert werden, was insbesondere im Hinblick auf das Aufschaukeln von LKW-Anhängern oder von Wohnwagen, die von Personenkraftwagen gezogen werden, nützlich ist.

[0014] Die Erfindung baut auf der gattungsgemäßen Vorrichtung dadurch auf, dass eine der erfassten Istgrößen charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist und dass eine der Sollgrößen der erfassten Istgröße zugeordnet ist, welche charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist. Auf diese Weise wird im Rahmen einer bekannten Fahrdy-

namikregelung zusätzlich der Wankzustand des Fahrzeugs berücksichtigt, so dass ein Umkippen eines Fahrzeugs auch bei hohem Schwerpunkt und kurzem Radstand und extremen Fahrmänavern verhindert werden kann.

[0015] Vorzugsweise ist eine der erfassten Istgrößen die Gierrate, und eine der Sollgrößen ist der Gierrate zugeordnet. Es ist also möglich, die erfindungsgemäße Regelung des Wankzustands mit der bereits im Rahmen der Fahrdynamikregelung FDR bekannten Regelung der Gierrate in vorteilhafter Weise zu kombinieren.

[0016] Ebenfalls ist es nützlich, wenn eine der erfindungsgemäßen Istgrößen der Schwimmwinkel ist und wenn eine der Sollgrößen dem Schwimmwinkel zugeordnet ist. Somit lässt sich die erfindungsgemäße Regelung des Wankzustands mit der Regelung des Schwimmwinkels kombinieren, wobei Letztere aus der Fahrdynamikregelung FDR bekannt ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn Gierratenregelung, Schwimmwinkelregelung und die Regelung des Wankzustands in einem System integriert sind.

[0017] Es ist nützlich, dass Mittel zum Messen des Wankwinkels vorgesehen sind und dass die für den Wankzustand des Fahrzeugs charakteristische Istgröße der Wankwinkel ist. Es ist also möglich, den Wankwinkel direkt zu messen und auf diese Weise den Wankzustand des Fahrzeugs zu erfassen.

[0018] Es kann auch vorteilhaft sein, dass Mittel zum Messen des Druckes in einer Luftfeder des Fahrzeugs vorgesehen sind und dass die für den Wankzustand des Fahrzeugs charakteristische Istgröße eine Druckänderung ist. Besonders Nutzkraftfahrzeuge sind häufig mit Luftfedern ausgestattet, so dass die Druckänderung in vorteilhafter Weise für die Erfassung des Wankzustandes herangezogen werden kann.

[0019] Es ist besonders vorteilhaft, dass Mittel zum Messen der Fahrzeuggeschwindigkeit vorgesehen sind, dass Mittel zum Messen des Lenkwinkels vorgesehen sind und dass Sollgrößen aus den Eingangsgrößen Fahrzeuggeschwindigkeit und Lenkwinkel bestimmt werden. Die Eingangsgrößen Fahrzeuggeschwindigkeit und Lenkwinkel werden auch bereits bei der bekannten Fahrdynamikregelung FDR verwendet, so dass es im Rahmen der Erfindung besonders vorteilhaft ist, auch zur Ermittlung der Sollgröße, welche charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist, diese Größen als Eingangsgrößen zu verwenden.

[0020] Nützlichweise sind Mittel zum Beeinflussen des Bremssystems und/oder des Motors vorgesehen, und Istgrößen werden durch Bremsengriffe und/oder Motoreingriffe beeinflusst. Auch dies ist bei der Fahrdynamikregelung FDR beispielsweise für die Gierrate bereits bekannt. Die Beeinflussung der Istgröße, welche charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist, kann ebenfalls in vorteilhafter Weise durch Bremsengriffe und/oder Motoreingriffe beeinflusst werden.

[0021] Ebenfalls kann nützlich sein, dass ein Aktuator vorgesehen ist und dass der Wankwinkel durch einen Aktuator beeinflusst wird. Diese Beeinflussung kann zusätzlich oder alternativ zu dem Beeinflussen des Bremssystems und/oder des Motors erfolgen, so dass man im Hinblick auf eine Umkipperverhinderung zahlreiche Maßnahmen an der Hand hat, die auf der vorliegenden Erfindung beruhen.

[0022] Es ist von besonderem Vorteil, dass bei einem Fahrzeugespann mehrere Wankregleinrichtungen für das Zugfahrzeug und für Anhänger beziehungsweise Auflieger vorgesehen sind. Somit kann beispielsweise unabhängig für die einzelnen Teile eines Fahrzeugespanns ein Umkippen verhindert werden, was insbesondere im Hinblick auf das Aufschaukeln von LKW-Anhängern oder von Wohnwagen, die von Personenkraftwagen gezogen werden, nützlich ist.

[0023] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass durch die zusätzliche Regelung eines Wankzustandes eines Fahrzeugs innerhalb einer an sich bekannten Fahrdynamikregelung eine besonders hohe Fahrsicherheit erreicht werden kann.

#### Zeichnungen

[0024] Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsformen beispielhaft erläutert.

[0025] Dabei zeigt:

[0026] Fig. 1 ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer ersten Ausführungsform der Erfindung und

[0027] Fig. 2 ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0028] In Fig. 1 ist ein Blockdiagramm zur Erläuterung einer ersten Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Die Eingangsgrößen Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$  und Lenkwinkel  $\delta$  werden Mitteln 10 zum Bestimmen einer Sollgröße eingegeben. Diese Mittel 10 zum Bestimmen einer Sollgröße beruhen auf einem Referenzmodell, welches unter anderem den Wankwinkel des Fahrzeugs berücksichtigt. Einzelheiten des Referenzmodells werden weiter unten diskutiert. Das Referenzmodell hat als Ausgangswert einen Soll-Wankwinkel  $\phi_{\text{Soll}}$ . Dieser Soll-Wankwinkel  $\phi_{\text{Soll}}$  ist eine der Eingangsgrößen eines Regelkreises. Die andere Eingangsgröße ist  $\phi_{\text{Ist}}$ . Durch Vergleich beziehungsweise Differenzbildung der Werte  $\phi_{\text{Soll}}$  und  $\phi_{\text{Ist}}$  in den Mitteln 12 wird das Vergleichsergebnis dem Wankregler 14 zugeführt. Dieser Wankregler 14 liefert einen Ausgangswert an Mittel 16 zum Beeinflussen der Istgröße. Diese Mittel können beispielsweise Einfluss auf das Bremssystem, den Motor oder auf eine Wankwinkelsteuerung nehmen. Der Ausgangswert des Regelkreises, welcher im vorliegenden Beispiel den Wankwinkel  $\phi$  direkt regelt, wird dann als  $\phi_{\text{Ist}}$  auf die Mittel 12 zum Vergleichen von Istgrößen und Sollgrößen rückgekoppelt. Diese anhand des vorliegenden Ausführungsbeispiels vereinfacht dargestellte Wankwinkelregelung lässt sich entsprechend der Regelung anderer Größen, beispielsweise der Gierrate oder des Schwimmwinkels erweitern. Zur Berücksichtigung von transienten Vorgängen kann eine Erweiterung um einen Tiefpass 1. oder 2. Ordnung erfolgen.

[0029] Wie oben erwähnt, bedienen sich die Mittel zum Bestimmen von Sollgrößen eines Referenzmodells, welches vorteilhafterweise neben dem Schwimmwinkel und der Gierrate nunmehr ebenfalls den Wankwinkel berücksichtigt. Dieses Referenzmodell beruht auf dem nachfolgend in Gleichung 1 dargestellten Differentialgleichungssystem:

$$\begin{bmatrix} m \cdot v & , & 0 & , & m_s \cdot h \\ 0 & , & I_z & , & -I_{xy} \\ m_s \cdot h \cdot v & , & -I_{xy} & , & I_x \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{\beta} \\ \ddot{\psi} \\ \ddot{\phi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_\beta, Y_\psi - m \cdot v, 0, Y_\phi \\ N_\beta, N_\psi, 0, N_\phi \\ 0, m_s \cdot h \cdot v, L_\beta, L_\phi \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \beta \\ \psi \\ \phi \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_\delta \\ N_\delta \\ 0 \end{bmatrix} \cdot \delta \quad (1)$$

[0030] Dabei gelten die folgenden weiteren Beziehungen:

$$Y_\beta = -C_f - C_r$$

$$Y_\psi = \frac{-a \cdot C_f + b \cdot C_r}{v}$$

$$Y_\delta = C_f$$

$$N_\beta = -a \cdot C_f + b \cdot C_r$$

$$N_\psi = \frac{-a^2 \cdot C_f + b^2 \cdot C_r}{v}$$

$$N_\delta = a \cdot C_f$$

[0031] Die in den Gleichungen verwendeten Symbole haben die folgende Bedeutung:

$N_\phi$ : Wanklenkeinfluss,

$L_\phi$ : Wanksteifigkeit,

$L_\psi$ : Wankdämpfung,

$\beta$ : Schwimmwinkel,

$\psi$ : Gierwinkel,

$\phi$ : Wankwinkel,

$\delta$ : Rad-Lenkwinkel,

a, b: Abstand Fahrzeugschwerpunkt zu Vorderachse beziehungsweise Hinterachse.

h: Schwerpunkthöhe,

m: Fahrzeugmasse (s: relativ zum Fahrwerk bewegliche Aufbaumasse),

I: Massenträgheitsmoment (z: Hochachse, x: Wankachse, xy: Deviationsmoment),

v: Fahrzeuggeschwindigkeit,

c: Seitensteifigkeit des Reifens (f: front, r: rear).

[0032] Die stationäre Lösung dieser Gleichungen liefert ein Referenzmodell für die Fahrzeuggierrate und den Wankfreiheitsgrad:

$$\begin{aligned} \frac{\dot{\psi}}{\delta} &= \frac{L_\phi \cdot (N_\beta \cdot Y_\delta - N_\delta \cdot Y_\beta)}{L_\phi \cdot (m \cdot v \cdot N_\beta - N_\beta \cdot Y_\psi + N_\psi \cdot Y_\beta) + m_s \cdot h \cdot v \cdot (N_\phi \cdot Y_\beta - N_\beta \cdot Y_\phi)} \\ \frac{\phi}{\delta} &= \frac{m_s \cdot h \cdot v \cdot (N_\beta \cdot Y_\delta - N_\delta \cdot Y_\beta)}{L_\phi \cdot (m \cdot v \cdot N_\beta - N_\beta \cdot Y_\psi + N_\psi \cdot Y_\beta) + m_s \cdot h \cdot v \cdot (N_\phi \cdot Y_\beta - N_\beta \cdot Y_\phi)} \end{aligned} \quad (2)$$

[0033] Somit erhält man die Soll-Gierrate

$$\psi = f(\delta, v_f)$$

als Funktion des Lenkwinkels und der Fahrzeuggeschwindigkeit, wobei  $v_f$  eine Geschwindigkeitsgröße ist, welche die Geschwindigkeit in Längsrichtung beschreibt. In vergleichbarer Weise erhält man einen Soll-Wankwinkel

$$\phi = f(\delta, v_f),$$

welcher ebenfalls eine Funktion des Lenkwinkels und der Geschwindigkeitsgröße  $v$  ist.

[0034] Steht keine explizite Messung des Wankwinkels zur Verfügung, so kann man dennoch über die Messung anderer Größen, die eine Wankbewegung des Fahrzeugs charakterisieren, eine indirekte Wankwinkelregelung realisieren. Dies erfordert allerdings eine entsprechende Anpassung des Referenzmodells an die jeweils herangezogene Messgröße.

[0035] Fig. 2 zeigt ein Beispiel für eine indirekte Wankregelung. In den Mitteln 10 zum Bestimmen von Sollgrößen wird ein modifiziertes Referenzmodell verwendet, welches weiter unten im Detail erläutert wird. Als Regelgröße wird im vorliegenden Fall eine Druckänderung  $\Delta p$  verwendet, wobei Druckwerte, die beispielsweise in Luftfedern von Nutzkraftwagen gemessen werden, heranzuziehen sind. Als Referenzmodell wird ein modifiziertes Referenzmodell verwendet, welches die Druckänderungsdynamik berücksichtigt. Dieses wird weiter unten im Detail dargestellt. Dem Wankregler 14 wird das Ausgangssignal einer Differenzbildung 12 zugeführt, wobei die Differenz eines Wertes  $\Delta p_{\text{Soll}}$ , welcher ein Ausgangswert der Mittel 10 ist, und eines Messwertes  $\Delta p_{\text{Ist}}$  gebildet, welcher der Ausgangswert des Regelkreises ist. Der Wankregler gibt ein Ausgangssignal an die Mittel 16 zum Beeinflussen der Istgrößen aus. Diese Mittel können wiederum das Bremsystem, die Motorsteuerung oder eine spezielle Aktorik zur Beeinflussung des Wankwinkels enthalten.

[0036] Das Referenzmodell beruht auf dem folgenden Differentialgleichungssystem:

$$\begin{bmatrix} m \cdot v & , & 0 & , & m_s \cdot h & , & 0 \\ 0 & , & I_z & , & -I_{xy} & , & 0 \\ m_s \cdot h \cdot v & , & -I_{xy} & , & I_x & , & 0 \\ 0 & , & 0 & , & 0 & , & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \dot{\beta} \\ \ddot{\psi} \\ \ddot{\phi} \\ \Delta \dot{p} \end{bmatrix} = \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} Y_{\beta} & , & Y_{\psi} & - & m \cdot v & , & 0 & , & Y_{\phi} & , & 0 \\ N_{\beta} & , & N_{\psi} & , & 0 & , & N_{\phi} & , & 0 \\ 0 & , & m_s \cdot h \cdot v & , & L_p & , & L_{\phi} & , & \tilde{A}_k \\ 0 & , & 0 & , & Q_{\phi} & , & Q_{\phi} & , & Q_{\Delta p} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \beta \\ \psi \\ \phi \\ \Delta p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{\delta} \\ N_{\delta} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \cdot \delta$$

[0037] Dieses Differentialgleichungssystem hat die stationäre Lösung:

$$\begin{aligned} \frac{\psi}{\delta} &= \frac{L_{\phi} \cdot (N_{\beta} \cdot Y_{\delta} - N_{\delta} \cdot Y_{\beta})}{L_{\phi} \cdot (m \cdot v \cdot N_{\beta} - N_{\beta} \cdot Y_{\psi} + N_{\psi} \cdot Y_{\beta}) + m_s \cdot h \cdot v \cdot (N_{\phi} \cdot Y_{\beta} - N_{\beta} \cdot Y_{\phi})} \\ \frac{\phi}{\delta} &= \frac{m_s \cdot h \cdot v \cdot (N_{\beta} \cdot Y_{\delta} - N_{\delta} \cdot Y_{\beta})}{L_{\phi} \cdot (m \cdot v \cdot N_{\beta} - N_{\beta} \cdot Y_{\psi} + N_{\psi} \cdot Y_{\beta}) + m_s \cdot h \cdot v \cdot (N_{\phi} \cdot Y_{\beta} - N_{\beta} \cdot Y_{\phi})} \\ \frac{\Delta p}{\delta} &= \frac{-\tilde{A}_k \cdot m_s \cdot h \cdot v \cdot (N_{\beta} \cdot Y_{\delta} - N_{\delta} \cdot Y_{\beta})}{\tilde{Q}_p \cdot (L_{\phi} \cdot (m \cdot v \cdot N_{\beta} - N_{\beta} \cdot Y_{\psi} + N_{\psi} \cdot Y_{\beta}) + m_s \cdot h \cdot v \cdot (N_{\phi} \cdot Y_{\beta} - N_{\beta} \cdot Y_{\phi}))} \end{aligned} \quad (4)$$

[0038] Die Größen  $Q, \tilde{Q}$  und  $\tilde{A}$  sind Linearisierungskoeffizienten, welche pneumatische Größen wie Flusskoeffizienten und Kolbenquerschnitt betreffen. Diese Linearisierungskoeffizienten dienen der linearisierten Näherung bei der Lösung der hochgradig nicht-linearen Differentialgleichungen betreffend die Druckänderungsdynamik in einer Luftfederung.

[0039] Es wird also eine Soll-druckänderung  $\Delta p = f(\delta, v)$  als Funktion des Lenkwinkels und der die Geschwindigkeit in Längsrichtung charakterisierenden Größe  $v$  angegeben. Demnach lässt sich eine Druckregelung aufbauen, die indirekt auf den Wankfreiheitsgrad wirkt.

[0040] Die vorhergehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihre Äquivalente zu verlassen.

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zum Stabilisieren eines Fahrzeugs mit den Schritten:

- Erfassen charakteristischer Istgrößen, die den Fahrzustand eines Fahrzeugs beschreiben,
- Bestimmen von Sollgrößen, welche zumindest teilweise den Istgrößen zugeordnet sind,
- Vergleichen von Istgrößen und Sollgrößen und
- Beeinflussen von Istgrößen auf der Grundlage von Vergleichsergebnissen,

dadurch gekennzeichnet,

- dass eine der erfassten Istgrößen charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist und
- dass eine der Sollgrößen der erfassten Istgröße zugeordnet ist, welche charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist.
- 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass eine der erfassten Istgrößen die Gierrate ist und  
dass eine der Sollgrößen der Gierrate zugeordnet ist.
- 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass eine der erfassten Istgrößen der Schwimmwinkel ist und  
dass eine der Sollgrößen dem Schwimmwinkel zugeordnet ist.
- 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die für den Wankzustand des Fahrzeugs charakteristische Istgröße der Wankwinkel ist.
- 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die für den Wankzustand des Fahrzeugs charakteristische Istgröße eine Druckänderung in einer Luftfeder des Fahrzeugs ist.
- 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Sollgrößen aus den Eingangsgrößen Fahrzeuggeschwindigkeit und Lenkwinkel bestimmt werden.
- 7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Istgrößen durch Bremsen- und/oder Motoreingriffe beeinflusst werden.
- 8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wankwinkel durch einen Aktuator beeinflusst wird.
- 9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es bei einem Fahrzeuggespann für die Wankregelung von Zugfahrzeug und Anhänger beziehungsweise Auflieger durchgeführt wird.
- 10. Vorrichtung zum Stabilisieren eines Fahrzeugs mit Mitteln zum Erfassen charakteristischer Istgrößen, die den Fahrzustand eines Fahrzeugs beschreiben, Mitteln (10) zum Bestimmen von Sollgrößen, welche zumindest teilweise den Istgrößen zugeordnet sind, Mitteln (12) zum Vergleichen von Istgrößen und Sollgrößen und Mitteln (16) zum Beeinflussen von Istgrößen auf der Grundlage von Vergleichsergebnissen, dadurch gekennzeichnet, dass eine der erfassten Istgrößen charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist und dass eine der Sollgrößen der erfassten Istgröße zugeordnet ist, welche charakteristisch für den Wankzustand des Fahrzeugs ist.
- 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine der erfassten Istgrößen die Gierrate ist und dass eine der Sollgrößen der Gierrate zugeordnet ist.
- 12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine der erfassten Istgrößen der Schwimmwinkel ist und dass eine der Sollgrößen dem Schwimmwinkel zugeordnet ist.
- 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Messen des Wankwinkels vorgesehen sind und dass die für den Wankzustand des Fahrzeugs charakteristische Istgröße der Wankwinkel ist.
- 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Messen des Druckes in einer Luftfeder des Fahrzeugs vorgesehen sind und dass die für den Wankzustand des Fahrzeugs charakteristische Istgröße eine Druckänderung ist.
- 15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Messen der Fahrzeuggeschwindigkeit vorgesehen sind, dass Mittel zum Messen des Lenkwinkels vorgesehen sind und dass Sollgrößen aus den Eingangsgrößen Fahrzeuggeschwindigkeit und Lenkwinkel bestimmt werden.
- 16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Beeinflussen des Bremssystems und/oder des Motors vorgesehen sind und dass Istgrößen durch Bremsen- und/oder Motoreingriffe beeinflusst werden.
- 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass ein Aktuator vorgesehen ist und dass der Wankwinkel durch einen Aktuator beeinflusst wird.
- 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Fahrzeuggespann mehrere Wankregelvorrichtungen für das Zugfahrzeug und Anhänger beziehungsweise Auflieger vorgesehen sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

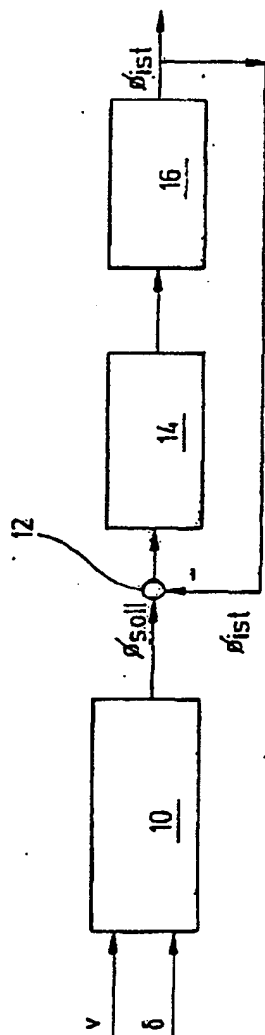


Fig.1

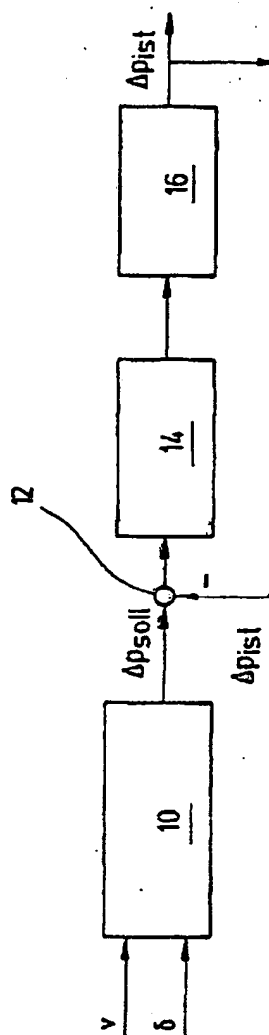


Fig.2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**